Journal of Aquaculture Development
Vol. 20, No. 3, 2026, Pages: 106-120
DOI:10.71901/jad-2026-1-905

RESEARCH PAPER **OPEN ACCESS**

Study on the Diversity and Abundance of Zooplankton in western white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) Farms at the Gomishan Shrimp Site

Abbasali Aghaeimoghaddam[1*], Seyyed Hoseini[1], Melika Ghelichpur[1], Sara Haghparast[2], Abdollah Haghpanah[1], Behrooz Gharavi[1]

1-Inland Waters Aquatics Resources Research Center-Gorgan, Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Gorgan, Iran
2-Department of Fisheries, Faculty of Fisheries and Animal Science, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran

Received: 7 July 2025 **Accepted: 3 Septeber 2025**

Extended Abstract:

Introduction: Understanding pond structure and performance is essential to enhancing shrimp production efficiency. A critical yet often overlooked factor is the role of natural food sources—such as microalgae, benthos, and zooplankton—in crustacean nutrition (Tacon, 1987; Martinez Cordova *et al*., 1998). Multiple studies confirm that shrimp, including *L. vannamei*, prefer live pond organisms over supplemental feed (Hena *et al*., 2011). Research by Bakhtiari et al. (2012) and Kavyani et al. (2012) identified copepods, rotifers, decapod larvae, and sergestids as dominant planktonic groups in western white shrimp ponds. Shrimp rely on detritus, phyto- and zooplankton, and macrobenthos throughout their life cycle, alongside formulated feed (Farhadian *et al*., 2014). Moss (2002) demonstrated that up to 53–77% of *vannamei* growth in non-fed ponds stems from naturally occurring organisms, including plankton and benthos. This study therefore investigates zooplankton diversity and abundance in shrimp ponds and their relationships with physicochemical parameters to optimize natural productivity.

Materials and Methods: Fieldwork was conducted during the *Litopenaeus vannamei* cultivation cycle (110 days; June to September, 2023) across three 1.2-ha ponds (one per farm: Farms 4, 7, and 10) at the Gomishan Shrimp Farming Site, Golestan Province. Water quality parameters—air and water temperature, pH, dissolved oxygen, oxygen saturation, salinity, TDS, and EC—were measured weekly using a Hach HLC40 portable meter; water transparency was assessed with a Secchi disk. Ammonia and nitrate concentrations were analyzed via Palintest kits. Zooplankton samples (30 L per pond) were collected biweekly from four standardized points using a 60-µm mesh net and fixed in 4% formalin (1 L containers). In the lab, subsamples were identified and counted under a microscope following Tomas (1997) and Barnes (1978). Pearson's correlation assessed links between zooplankton abundance and physicochemical variables. Biodiversity indices (Simpson, Shannon-Wiener, Pielou's Evenness, Margalef) were calculated using PAST 3; all statistical analyses were performed in IBM SPSS v22.0.

Results and Discussion: In this study, the zooplankton assemblage comprised foraminiferans, copepods, copepod nauplii, various free-living nematodes, larvae and juvenile worms of *Streblospio gynobranchiata*, gammarids, insect larvae of *Ephydra* sp., and occasionally rotifers. Copepods were overwhelmingly dominant across all farms and sampling dates, reaching a peak abundance of 151.05 individuals per liter in mid-July, representing the highest density recorded throughout the entire cultivation period. No

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]

[DOI: 10.71901/jad-2026-1-905]

statistically significant differences were observed among farms at any sampling time for physicochemical parameters including temperature, pH, dissolved oxygen, salinity, TDS, and water transparency. However, salinity and TDS showed a consistent upward trend from the late June to early September, likely due to evaporation and limited water exchange. No significant inter-farm differences were detected in ammonia or nitrate concentrations at corresponding time points; yet, nitrate levels increased significantly by the end of the culture cycle compared to initial values, while ammonia concentrations remained relatively stable—indicating active nitrification within the ponds. Biodiversity indices revealed pronounced temporal changes: Simpson's Index: Increased from 0.41 (early cycle) to 0.91 (late cycle), reflecting strong dominance by a few taxa (mainly copepods). Shannon-Wiener Index: Declined sharply from 1.00 (early) to 0.14 (late), indicating severe loss of species richness. Pielou's Evenness Index: Ranged between 0.63 and 0.94, showing moderate decline toward season end. Margalef's Richness Index: Decreased from 0.76 (early) to 0.17 (late), confirming substantial reduction in species diversity over time.These results indicate that although total zooplankton abundance remained high due to copepod dominance, species richness and community evenness declined markedly during the cultivation cycle, suggesting progressive homogenization and ecological simplification of the pond ecosystem.Correlation analysis between total zooplankton abundance and environmental variables revealed a moderate negative correlation with salinity ($r = –0.474$), but no significant correlations with temperature, pH, dissolved oxygen, TDS, EC, ammonia, or nitrate. A moderate negative correlation was also found between salinity and dissolved oxygen ($r = –0.438$), and a weak positive correlation between salinity and pH ($r = 0.302$). The findings confirm that *Litopenaeus vannamei* relies substantially on natural food sources including zooplankton, detritus, phytoplankton, and benthos to meet its nutritional requirements, contributing to the low FCR values (0.52–0.77) observed in this study. Farhadian *et al*. (2014) reported similar patterns, emphasizing that shrimp utilize live food resources throughout their life stages, with consumption rates dependent on age and availability. Bakhtiari *et al*. (2012) identified copepods, rotifers, decapod larvae, sergestids, and crustacean larvae as the dominant components of zooplankton communities in Dalvar shrimp ponds. Kavyani *et al*. (2012), studying western white shrimp farms in Bushehr, found rotifers to be the most abundant group among 13 identified animal plankton genera.

Conclusion: According to the results of this study, copepods constituted the majority of the zooplankton community, while the low density of rotifers and the absence of cladocera could be due to high salinity. Biological indices showed that the farms were poor in terms of species richness. This is probably due to the use of fine filters and unfavorable conditions at the end of the culture season such as increased salinity, organic matter and decreased temperature.

Conflict of Interest: In this research and article, there is no conflict of interest.

Acknowledgments: I would like to express my deepest gratitude to Bsc. Hassan Deyani, Managing Director of Mamsa Company, and Msc. Saeed Deyani, Farm Manager, for their invaluable support, cooperation, and unwavering commitment throughout this research. Their dedication and access to operational data were indispensable to the success of this study.

Keywords: Gomishan shrimp site, physical and chemical characteristics, *Litopenaeus vannamei*

* *Corresponding Author: aghaeifishery@gmail.com*

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]

[DOI: 10.71901/jad-2026-1-905]

نشریه توسعه آبزی‌پروری، سال بیستم، شماره سوم، پاییز ۱۴۰۵، صفحه های ۱۲۰-۱۰۶
DOI:10.71901/jad-2026-1-905

"مقاله پژوهشی"

تنوع و تراکم زئوپلانکتون‌های مزارع پرورش میگوی پا سفید غربی (*Litoppenaeus vannamei*) در سایت میگوی گمیشان، استان گلستان

عباسعلی آقایی مقدم [۱*]، سید مرتضی حسینی [۱]، ملیکا قلیچ‌پور [۱]، ساراحق‌پرست [۲]، عبدالله حق پناه [۱]، بهروزقره‌وی [۱]

۱- مرکزتحقیقات ذخایر آبزیان آبهای داخلی گرگان، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی ، گرگان، ایران

۲- گروه شیلات، دانشکده علوم دامی و شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۴/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۶/۱۲

چکیده

این پژوهش از خرداد تا مهر ۱۴۰۲ در سایت پرورش میگوی پا سفید غربی (*Litoppenaeus vannamei*) گمیشان (استان گلستان) به‌منظور بررسی تنوع زئوپلانکتون‌ها انجام شد. برای این منظور سه مزرعه و از هر مزرعه سه استخر از لاین ۲ انتخاب شد. نمونه‌برداری زئوپلانکتون‌ها بوسیله تور پلانکتون‌گیر با چشمه تور ۶۰ میکرون و جهت اندازه‌گیری پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب از دستگاه پرتابل HACH مدل HLC40 استفاده شد. زئوپلانکتون‌های شناسایی‌شده شامل Foraminifera, Copepoda, Nauplii of Copepod, free-living Nematodes, Polychaete larvae, juvenile larvae of the worm *Streblospio gynobranchiata*, Gammaridae, insect larvae Ephydra sp., و Rotifera بودند. بیشترین فراوانی زئوپلانکتون‌ها در اوایل مرداد مشاهده شد. Copepoda بیشترین فراوانی را در تمام مزارع داشتند. میزان آمونیاک بین ۰/۱۱ و ۰/۰۲ میلی‌گرم بر لیتر، میزان نیترات بین ۰/۶۸و ۰/۰۷ میلی‌گرم بر لیتر، میزان pH بین ۸/۷۳ –۸/۱ ، TDS بین ۱۸/۶۳ تا ۲۹/۴۵، شفافیت بین ۴۱ و ۱۶۰سانتی‌متر، شوری بین ۱۸/۸ تا ۳۱/۲ گرم بر لیتر، اکسیژن بین ۶/۲ تا ۸/۶۶ میلی‌گرم در لیتر و دما بین ۲۲/۴۱ تا ۲۹/۸۱ درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری و ثبت گردید. نتایج بررسی همبستگی نشان داد که فراوانی کل زئوپلانکتون‌ها با شوری همبستگی خطی معکوس در سطح ۱٪ (r=-۰/۴۷۴) داشت. کمترین و بیشترین شاخص سمپسون ۰/۴۱ و ۰/۹۱، شاخص شانون بین ۰/۱۴ و ۱، شاخص ایونس بین ۰/۶۳ و ۰/۹۴ و شاخص مارگالف بین ۰/۱۷ و ۰/۷۶ متغیر بود. شاخص‌های تنوع نشان داد که مزارع از نظر غنای گونه‌ای فقیر بودند، ولی کاهش ضریب تبدیل در استخرهای پرورش نشاندهنده مصرف غذای زنده در کنار غذای دستی بود.

کلمات کلیدی: میگوی پاسفید غربی، سایت میگوی گمیشان، پرورش میگو، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی

* عهده‌دار مکاتبات: aghaeifishery@gmail.com

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]

[DOI: 10.71901/jad-2026-1-905]

مقدمه

استان گلستان به‌عنوان تنها استان شمالی در زمینه تولید میگو است که در سال ۱۴۰۲، با تولید بیش از ۳۰۰۰ تن میگو در مساحت ۱۵۴۲ هکتار و با فعالیت ۱۰۰ مزرعه، مقام سوم کشوری را در این حوزه کسب کرد (Sabzeh, 2023). با روند روبه رشد تولید میگو در استان، نیاز به مطالعه ساختار و عملکرد استخرهای پرورشی برای بهبود عملکرد تولید کاملا ضروری بنظر می‌رسد. یکی از ضرورت‌های اجتناب ناپذیر، مطالعه غذای طبیعی استخرها است که می‌تواند نقشی مهم در تغذیه سخت‌پوستان داشته باشد (Tacon, 1987).

بهینه‌سازی استراتژی‌های غذا و روش‌های تغذیه، یکی از مسائل کلیدی در پرورش پایدار میگو است. رویکردهایی مانند جلوگیری از تغذیه بیش از حد، در نظر گرفتن اکولوژی تغذیه میگوها و مطالعه شبکه غذایی کف بستر استخرها، می‌توانند به بهبود عملکرد تولید کمک کنند (Gamboa-Delgado *et al*., 2014). با این حال، در بسیاری از مزارع خاکی، نقش غذای طبیعی اغلب نادیده گرفته می‌شود (Martinez-Cordova *et al*., 1998). مطالعات مختلف نشان داده‌اند که بسیاری از گونه‌های میگو ترجیح می‌دهند از موجودات زنده استخر (مانند ریزجلبک‌ها و موجودات کفزی) به‌جای غذای مکمل تغذیه کنند (Hena *et al*., 2011).

مطالعه فعل و انفعالات تغذیه‌ای در استخرهای خاکی پیچیده است و نیازمند بررسی دقیق نقش زیست‌مندان استخر و غذای مکمل در تغذیه میگوها است (Gamboa-Delgado *et al*., 2014). استفاده از توالی زیست‌مندان در استخرهای پرورش میگو، می‌تواند به درک بهتری از میزان تغذیه میگوها از غذای طبیعی و غذای مکمل کمک کند.

تاکنون مطالعات زیادی در عرصه مزارع میگو انجام شده است. Bakhtiari و همکاران (۲۰۱۲) در تحقیقی روی پلانکتون‌های استخرهای پرورش میگو دلوار نشان دادند که جامعه آنها عمدتا شامل پاروپایان، روتیفرها، لارو پرتاران، Sergestid و لاروهای سخت‌پوستان بود. Kavyani و همکاران (۲۰۱۲) در بررسی پلانکتون‌های گیاهی و جانوری در استخرهای پرورش میگوی سفید غربی ۱۳ جنس از پلانکتون‌های جانوری را شناسایی نمودند. میگوها در دوره‌های مختلف زندگی از دتریت، فیتوپلانکتون، زئوپلانکتون و ماکروبنتوزهای استخر درکنار غذای دستی و کنسانتره استفاده می‌کنند (Farhadian *et al*., 2015). با توجه به اینکه منبع تامین آب مزارع پرورش میگوی گمیشان دریای خزر است، می‌توان تصور کرد که بخشی از غذای زنده دریا با استخرهای پرورش مشترک است. بطور مثال، Nasrolahzadeh Sari و همکاران (۲۰۱۷) طی تحقیقی برمطالعه الگوی ساختاری زئوپلانکتون سواحل ایرانی دریای خزر در سال‌های ۱۳۷۵، ۱۳۸۷، ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹، تعداد ۹ گونه کوپه‌پود، ۱۵ گونه روتیفر، ۳۱ گونه کلادوسر، ۶ گونه پروتوزوآ و ۵ گونه مروپلانکتون شناسایی نمودند. تنوع و تراکم زئوپلانکتون ها به عوامل محیطی مختلفی مرتبط است، Raeiji و همکاران (۲۰۱۹) ۱۶ جنس از ۵ گروه شامل کوپه‌پودا (Copepoda)، گردان‌تنان یا گردان دهانان (Rotatoria)، آغازیان (Protozoa)، زئوپلانکتون‌های موقتی (Meroplankton=Zoobenthos) را شناسایی نمودند. Tahami و همکاران (۱۴۰۰) در تحقیقی روی زئوپلانکتون‌ها در آبهای منطقه جنوب شرق دریای

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]

[DOI: 10.71901/jad-2026-1-905]

خزر (مازندران و گهرباران ساری)، در مجموع ۲۴ گونه زئوپلانکتون را گزارش نمودند.

Moss (۲۰۰۲) ضمن بررسی میزان تولید میگو و تراکم ماکروبنتوزها در استخرهای پرورش بدون غذا دهی و تنها بر پایه باروری ارگانیک، بیان نمودند که تغذیه میگوی پاسفید غربی (*Litoppenaeus vannamei*) می‌تواند از بنتوزها، باکتریهای آبزی، پلانکتون‌ها شامل زئوپلانکتون و فیتوپلانکتون باشد. بطوریکه در میگوی پاسفید غربی ۵۳ تا ۷۷ درصد رشد می تواند حاصل تغذیه از غذای زنده در استخرها باشد. Soares و همکاران (۲۰۰۵) بیان نمودند که در مراحل اولیه، پست لاروی و جوانی، تولیدات اولیه استخرها بسیار حائز اهمیت است. بطوریکه در برزیل با تولیدات اولیه تغذیه شده و در ماه دوم (میگوی ۵ گرمی) غذای دستی اضافه می شود. Zheng و همکاران (۲۰۰۸) در بررسی اثر غذاها بر رشد ویژه میگوی پاسفید غربی در چین بیان داشتند که استفاده از غذای زنده در جیره ۶۵ درصد رشد ویژه را نسبت به غذای فرموله شده افزایش می‌دهد. Luke و همکاران (۲۰۱۲) در تحقیقی روی اثر تولیدات اولیه بر رشد میگوی پاسفید غربی درآبهای شور داخلی آلاباما بیان داشتند که میگوی پاسفید غربی می‌تواند بخش زیادی از نیازهای روزانه خود جهت رشد از غذای زنده استخر تامین نماید. که این غذاها شامل دتریت، کوپه‌پود، دیاتومه، نماتد، آمفی‌پود، پلی‌کت‌ها و دوکفه‌ای‌ها می‌باشد. Bojórquez-Mascareño و Soto-Jiménez (۲۰۱۳) در تحقیقی راجع به اثر غذای طبیعی روی رشد میگوی پاسفید غربی در سیستم پرورش متراکم بیان کردند که مصرف غذای زنده در مرحله Pl_{20} برابر ۱۵-۵۰ درصد و کمترین مقدار آن در زمان جوانی میگو یعنی کمتر از ۱۰ تا ۱۳ درصد است. همچنین آنها نشان دادندکه میگو ۱ تا ۹ گرمی حدود ۱۸ تا ۲۹ درصد از غذایش را از غذای زنده تامین می‌کند. Varadharajan و Pushparajan (۲۰۱۳) دریافتند که میگوی پاسفید غربی در استخرهای پرورش در سواحل جنوب شرقی هند از کوپه پودها، میسیلیس‌ها را به‌عنوان غذای‌زنده تغذیه می کند.

با توجه به موارد فوق این تحقیق با هدف بررسی تنوع و تراکم زئوپلانکتون‌های استخرهای پرورش میگو پاسفید غربی گمیشان (استان گلستان) و رابطه آنها با پارامترهای فیزیکی و شیمیایی انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

عملیات میدانی این تحقیق در طول دوره پرورش میگوی پاسفید غربی (*Litopenaeus vannamei*)، در ۳ مزرعه (مزارع شماره ۴ ،۷ و۱۰) از لاین ۲ سایت میگوی گمیشان دراستان گلستان انجام شد. مساحت هریک از استخرها ۱/۲ هکتار بود. طول مدت پرورش میگو ۴ ماه از خرداد تا شهریور ۱۴۰۲ بود. در هر استخر ۴ ایستگاه نمونه‌برداری و در دیواره شرقی و غربی آنها انتخاب شد.

پس از آماده‌سازی استخرها و ذخیره‌سازی لاروهای میگو، فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب شامل دمای هوا، دمای آب، pH، اکسیژن محلول، درصد اشباع اکسیژن، شوری، TDS با استفاده از دستگاه پرتابل دیجیتالی HACH مدل HLC40 و شفافیت با سکشی‌دیسک به قطر ۲۵ سانتی‌متر هر هفته و در محل استخرها اندازه‌گیری می شد. همچنین اندازه‌گیری آمونیاک و نیترات با استفاده از کیت پالین‌تست صورت گرفت.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]

[DOI: 10.71901/jad-2026-1-905]

نمونه برداری زئوپلانکتون‌ها هر دو هفته یک‌بار انجام گرفت. بدین‌منظور ۳۰ لیتر آب با تور زئوپلانکتون با سایز چشمه ۶۰ میکرون فیلتر شد و نمونه‌ها در ظروف یک لیتری محتوی فرمالین ۴ در تثبیت شدند. نمونه‌های تثبیت شده زئوپلانکتون در آزمایشگاه، پس از تعیین حجم دقیق و برداشت زیر نمونه با استمپل پی‌پت، با لام بوگاروف و توسط میکروسکوپ و کلیدهای تشخیص معتبر شناسایی و شمارش‌شدند (APHA, 2005; Barnes, 1987; Tomas, 1997; Harris *et al*., 2000). در ادامه جهت بررسی تنوع زیستی از شاخص‌های شانون-وینر (Shannon-Weaner)، سیمپسون (Simpsom)، ایونس (Evennes) و مارگالف (Margalef) استفاده گردید.

تجزیه و تحلیل آماری

جهت بررسی نرمال بودن داده‌ها به کمک نرم افزار SPSS 22.0 و از آزمون Shapiro- Wilk و جهت همگنی واریانس‌ها از آزمون Leven's test استفاده گردید. مقایسه فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی بین ایستگاه‌ها در زمان‌های مختلف با استفاده از آزمون واریانس یک طرفه و مقایسه میانگین‌ها با کمک آزمون دانکن انجام شد. برای مقایسه فراوانی زئوپلاتکتون‌ها بین مزارع از آزمون‌های ناپارامتریک کروسکال والیس و من‌ویتنی در سطح معناداری ۵٪ استفاده شد. جهت بررسی روابط همبستگی میان پارامترهای فیزیکی و شیمیایی و فراوانی گونه‌های زئوپلانکتونی از ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد. شاخص‌های تنوع زیستی نیز با استفاده از نرم افزار Past 3 محاسبه شد. در این شاخص‌ها، شاخص سیمپسون برای بررسی تنوع گونه‌ها استفاده می‌شود که حدود آن بین صفر و یک است (Simpson, 1964). شاخص شانون-وینر که برای بررسی تنوع استفاده شد، حدود آن بین ۰ تا ۵ متغیر است. اعداد کمتر نشانه وضعیت نامناسب استخرها از نظر تنوع است (Shannon and Weaner, 1949). شاخص یکنواختی ایونس برای بررسی یکنواختی توزیع گونه‌ها استفاده می‌شود. هرچه توزیع گونه‌ها یکنواخت‌تر باشد، اعداد شاخص به سمت ۱ میل می‌کند (Pielou, 1966). شاخص مارگالف نیز برای بیان غنای گونه‌ای منبع آبی استفاده می‌شود (Margalef, 1958) که حدود آن بین ۰ تا ۱ متغیر است. برای رسم نمودارها از برنامه اکسل استفاده شد.

شکل ۱: نقشه مزارع مورد تحقیق (قرمز رنگ)، سایت میگوی گمیشان، استان گلستان

Figure 1: Map of the studied farms (in red), Gomishan Shrimp Site, Golestan Province

نتایج

میزان تولید میگوی پا سفید غربی

جدول ۱ برخی اطلاعات تولید درمزارع را نشان می‌دهد، ضریب تبدیل غذایی بین ۰/۵۲ تا ۰/۷۷ متغیر بود. محصول نهایی بین ۱۶۰۰ تا ۲۳۰۰ کیلو گزارش گردید. میانگین وزنی از ۱۱/۶ تا ۲۳ گرم بود. همانطور که در جدول نشان داده شده‌است با افزایش تراکم در مزرعه ۷ وزن نهایی کاهش یافته ولی تولید به دو مزرعه دیگر نزدیک است.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]
[DOI: 10.71901/jad-2026-1-905]

جدول ۱: میزان ذخیره‌سازی، وزن نهایی و تولید نهایی مزارع پرورشی به‌تفکیک استخرها

Table 1: Storage capacity, final weight, and final production farmed fish by pond

Row	Number of farm	Date of stocking	Stocking/hec	Final weight(g)	FCR	Harvest(kg)
1	4	1402.04.15	130000	16.66±0.76	0.74±0.2	1666.66±76.37
2	7	1402.04.02	186200	11.86±0.23	0.68±0.01	1783.33±28.86
3	10	1402.04.02	130000	21.26±1.61	0.53±0.1	2126.66±161.65

خصوصیات فیزیکی وشیمیایی آب

نتایج اندازه‌گیری دما، pH، شوری، اکسیژن محلول، TDS و شفافیت در طول دوره پرورش میگوی پاسفید غربی نشان داد که در زمان‌های یکسان بین مزارع در میزان فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ($p>0.05$). اگرچه میزان شوری و TDS از ابتدای تیر تا اواسط شهریور پرورش افزایش یافت. بیشترین و کمترین میزان pH به‌ترتیب ۸/۷۳ و ۸/۱ در اواسط شهریور و اوایل مرداد ثبت شد. بیشترین و کمترین مقدار TDS به‌ترتیب ۲۸/۷۵ و ۱۸/۶۳ اواسط شهریور و اوایل تیر، بیشترین و کمترین مقدار شوری ۳۱/۱ و ۱۸/۸ اواسط شهریور و اوایل تیر، بیشترین و کمترین مقدار اکسیژن به‌ترتیب ۸/۶۶ و ۶/۲ در تیر و مرداد، بیشترین و کمترین میزان شفافیت به‌ترتیب ۱۶۰/۰ و ۴۱/۰ در شهریور و مرداد و بیشترین و کمترین میزان دما به‌ترتیب ۲۹/۸۱ و ۲۲/۴۱ در طی مرداد و شهریور ثبت گردید. بیشترین وکمترین میزان ثبت شده آمونیاک به‌ترتیب ۰/۱۱ و ۰/۰۲ در اوایل تیر و اواخر مرداد و بیشترین و کمترین میزان نیترات به‌ترتیب ۰/۶۸و۰/۳۷ در اوایل شهریور و اوایل تیر ثبت گردید. همچنین تفاوت معنی‌داری بین میزان آمونیاک و نیترات مزارع در زمان‌های یکسان مشاهده نگردید ($p>0.05$). ولی میزان نیترات در پایان دوره نسبت به ابتدای دوره پرورش افزایش نشان داد و این درحالی‌است که میزان آمونیاک مزارع تغییر چشمگیری نداشت (جدول ۲).

جوامع زئوپلانکتونی

فورامینوفورا، کوپه‌پودا، ناپلی کوپه‌پود، انواع نماتد آزاد، لارو فراوان ترین زئوپلانکتون‌ها بودند. لارو جوان کرم *Streblospio gynobranchiata*، گاماریده، لارو حشره *Ephydra* sp. و رویتفر بطور اتفاقی در نمونه‌ها مشاهده شدند (شکل ۲). بیشترین فراوانی در تمام مزارع و تاریخ های نمونه‌برداری متعلق به کوپه‌پود به تعداد ۱۵۱/۰۵ در لیتر در اوایل مرداد بود. بین مزارع در تعداد فراوانی کوپه‌پود در تاریخ‌های مختلف به‌جز اواسط تیرماه تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($p<0.05$). بین مزارع در تعداد فراوانی ناپلی کوپه‌پود به‌جز نیمه مرداد تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ($P\geq0.05$). مزارع در تعداد فراوانی نماتد به‌جز اوایل مرداد تفاوت معنی‌داری نداشتند ($p\geq0.05$). مزارع در تعداد فراوانی لارو پلی‌کت در اوایل تیر و اوایل مرداد تفاوت معنی‌دار داشتند ($p<0.05$). بین مزارع در تعداد فراوانی فورامینوفورا تفاوت معنی‌داری نبود ($p<0.05$). مزارع در تعداد فراوانی نماتد به‌جز اوایل مرداد تفاوت معنی‌دار نداشتند ($p\geq0.05$) (جدول ۳).

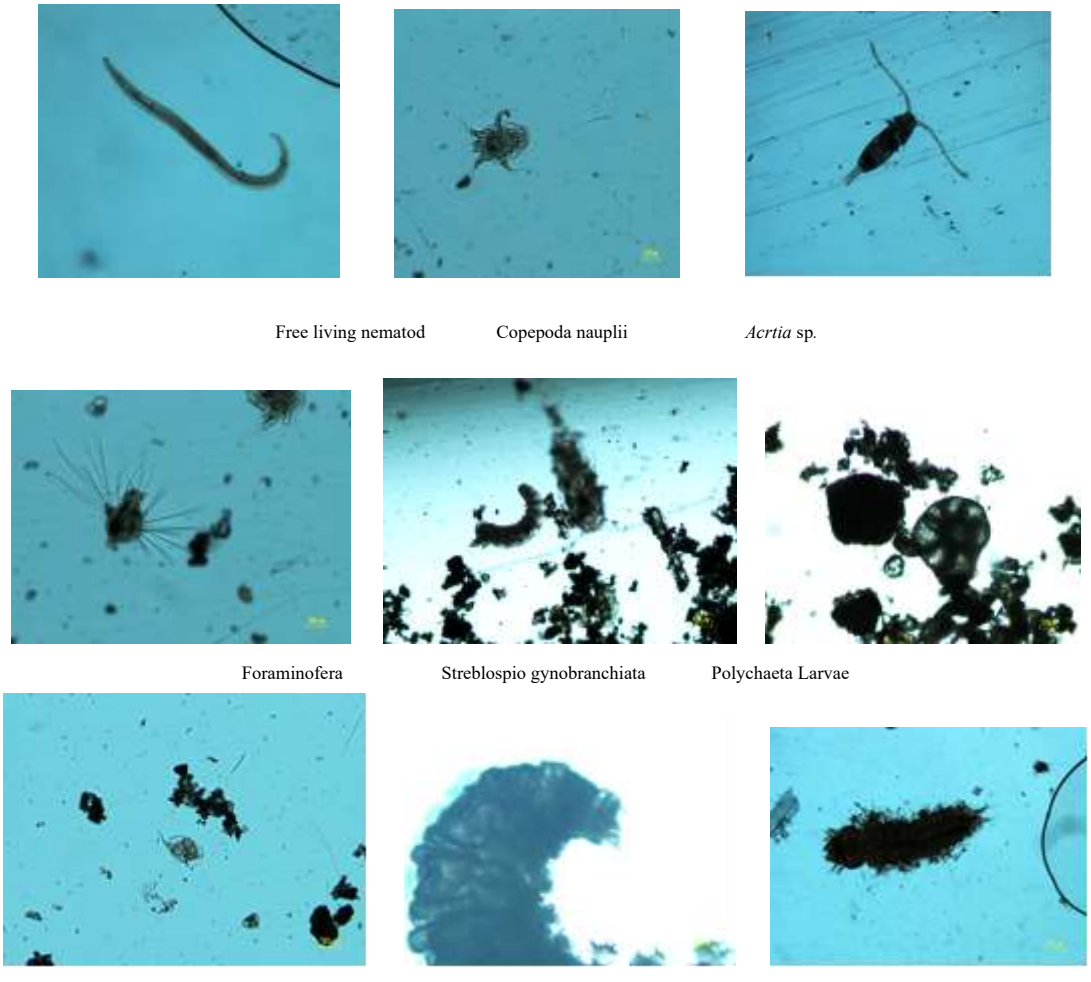
[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]

[DOI: 10.71901/jad-2026-1-905]

جدول ۲: میانگین برخی فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی مزارع پرورش سایت میگوی گمیشان

Table 2: Average of some physical and chemical parameters of shrimp farms at the Gomishan Shrimp Site

Measurement date	Ammonia (mg/L)	Nitrate (mg/L)	Dissolved Oxygen (mg/L)	Salinity (g/lit)	T(°C)	Transparency (cm)	TDS	pH
1402.04.05	0.03 ± 0.02	0.37±0.07	8.01 ± 0.31	18.90 ± 0.14	25.7 ± 0.36	60.90 ± 23.2	19.90 ± 0.45	8.51 ± 0.04
1402.04.13	0.06 ± 0.005	0.4±0.13	8.00 ± 1.29	20.50 ± 0.09	28.90 ± 0.14	45.30 ± 34.7	19.70 ± 0.78	8.36 ± 0.05
1402.04.27	0.10 ± 0.04	0.47±0.1	7.80 ± 0.19	22.50 ± 0.28	29.2 ± 0.48	50.90 ± 30.1	20.20 ± 0.52	8.36 ± 0.08
1402.05.02	0.02 ± 0.01	0.4±0.14	7.03 ± 0.31	23.05 ± 0.49	27.60 ± 0.47	38.73 ± 15.7	21.70 ± 0.21	8.30 ± 0.04
1402.05.10	0.02 ± 0.01	0.45±0.2	7.00 ± 0.22	24.75 ± 0.21	29.80 ± 0.73	35.22 ± 21.4	22.50 ± 0.6	8.22 ± 0.05
1402.05.16	0.02 ± 0.01	0.47±0.09	6.74 ± 0.31	23.55 ± 0.07	29.50 ± 0.16	30.10 ± 17.2	22.90 ± 0.57	8.14 ± 0.06
1402.05.30	0.05 ± 0.07	0.5±0.07	6.57 ± 0.47	28.56 ± 0.76	29.60 ± 0.37	43.41 ± 18.4	22.4 ± 0.35	8.32 ± 0.08
1402.06.08	0.07 ± 0.03	0.6±0.11	7.40 ± 0.65	28.35 ± 0.21	28.4 ± 0.25	57.37 ± 22.7	24.30 ± 0.43	8.55 ± 0.09
1402.06.20	0.09 ± 0.06	0.57±0.03	7.11 ± 0.17	30.20 ± 0.14	26.3 ± 0.31	72.90 ± 34.5	27.81 ± 0.5	8.66 ± 0.16



شکل ۲: نمونه‌هایی از زئوپلانکتون‌ها در استخرهای پرورش میگو سایت میگوی گمیشان

Figure 2: Examples of zooplankton in shrimp farming ponds at the Gomishan Shrimp Site

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]

[DOI: 10.71901/jad-2026-1-905]

جدول۳: نتایج تحلیل آزمون ناپارامتریک فراوانی زئوپلانکتون‌های مزارع پرورش میگو، سایت میگوی گمیشان (میانگین±انحراف معیار)

Table 3: Results of non-parametric frequency analysis of zooplankton in shrimp farms, Gomishan Shrimp Site (Mean ± Standard Deviation)

Farms	Dates	Foraminofera	Larve of Polycheta	Nematods	Nauplii of Copepod	Copepod
Farm4	1402.04.05	7.83 ± 7.56 a	4.83 ± 5.68 a	2.08 ± 1.96 a	11.58 ± 11.58 a	16.08± 12.41 a
Farm7		21.66± 18.23 a	6.30 ± 8.04 a	2.50 ± 2.04 a	30.91 ± 32.23 a	69.16 ± 65.57 b
Farm10		15.00 ± 6.97 a	25.75 ± 20.95 b	4.91 ± 3.15 a	16.83 ± 28.59 a	36.75 ± 29.01 ab
Farm4	1402.04.19	0.0 a	0.0 a	0.0 a	38.33 ± 30.11 a	27.50 ± 16.35 a
Farm7		0.0 a	0.0 a	0.83 ± 2.04 a	19.16 ± 19.85 a	48.33 ± 25.62 a
Farm10		0.0 a	0.0 a	0.0 a	28.33 ± 11.69 a	21.60 ± 19.91 a
Farm4	1402.05.01	5.83 ± 9.70 a	17.50 ± 25.44 a	8.33 ± 9.83 a	96.33 ± 101.12 a	59.16 ± 25.96 a
Farm7		21.66 ± 21.13 a	0.0 b	0.83 ± 2.04 ab	48.33 ± 49.96 a	210.00 ± 152.05 b
Farm10		0.83 ± 2.04 a	0.0 b	0.0 b	55.83 ± 51.61 a	146.81 ± 150.68 ab
Farm4	1402.05.18	0.0 a	0.0 a	0.0 a	114.16 ± 68.80 a	28.33 ± 17.79 a
Farm7		2.50 ± 6.12 a	0.0 a	0.0 a	48.50 ± 27.91 ab	| 4.16 ± 4.91 b
Farm10		0.0 a	0.0 a	0.0 a	29.66 ± 24.91 b	5.83 ± 4.91 b
Farm4	1402.05.31	0.0 a	0.0 a	0.0 a	38.33 ± 26.21 a	30.33 ± 22.05 a
Farm7		2.50 ± 6.12 a	a۰/ 0.0 a	0.0 a	43.66 ± 40.72 a	15.83 ± 26.72 b
Farm10		0.83 ± 2.04 a	0.50 ± 1.22 a	0.83 ± 4.02 a	19.16 ± 15.94 b	4.16 ± 6.64 b
Farm4	1402.06.20	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	12.50 ± 12.94 a
Farm7		0.0 a	0.0 a	0.0 a	20.83 ± 8.61 b	0.0 b
Farm10		0.0 a	0.0 a	0.0 a	5.00 ± 7.74 b	0.0 b

شاخص‌های زیستی

همانطور که جدول مشخص شده در بررسی شاخص‌های زیستی کمترین و بیشترین شاخص سمپیسون ۰/۴۱ و ۰/۹۱ متعلق به ابتدا و انتهای دوره بود. کمترین و بیشترین شاخص شانون–وینر ۰/۱۴ و ۱ متعلق به انتها و ابتدای دوره بود. کمترین و بیشترین شاخص ایونس ۰/۶۳ و ۰/۹۴ بود. کمترین و بیشترین شاخص مارگالف ۰/۱۷ و ۰/۷۶ متعلق به ابتدا و انتهای دوره بود (جدول۴).

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]

[DOI: 10.71901/jad-2026-1-905]

جدول۴: تعداد گونه، فراوانی کل و شاخص‌های تنوع زیستی زئوپلانکتون‌های مزارع میگو

Table 4: Number of species, total abundance, and biodiversity indices of zooplankton in shrimp farms

Dates	Farms	Margalef index	Evenness index	Shannon index	Simpson index	Total abundance	Number of species
1402.04.05	Farm4	0.76 ± 0.28	0.81 ± 0.13	1.00 ± 0.38	0.41 ± 0.20	44.83 ± 27.53	3.83 ± 1.11
	Farm7	0.54 ± 0.21	0.79 ± 0.14	0.96 ± 0.23	0.44 ± 0.09	127.50 ± 103.39	3.50 ± 1.00
	Farm10	0.76 ± 0.14	0.63 ± 0.12	0.98 ± 0.17	0.48 ± 0.10	101.16 ± 57.08	4.41 ± 0.90
1402.04.19	Farm4	0.19 ± 0.10	0.97 ± 0.03	0.55 ± 0.27	0.60 ± 0.19	65.83 ± 45.65	1.83 ± 0.40
	Farm7	0.23 ± 0.16	0.87 ± 0.14	0.49 ± 0.31	0.67 ± 0.21	68.33 ± 39.95	2.00 ± 0.63
	Farm10	0.26 ± 0.03	0.89 ± 0.12	0.57 ± 0.14	0.60 ± 0.12	50.00 ± 24.28	2.00 ± 0.00
1402.05.01	Farm4	0.52 ± 0.17	0.73 ± 0.13	0.94 ± 0.14	0.44 ± 0.06	187.16 ± 113.68	3.66 ± 0.81
	Farm7	0.33 ± 0.08	0.69 ± 0.13	0.65 ± 0.31	0.61 ± 0.19	280.83 ± 182.68	2.83 ± 0.40
	Farm10	0.23 ± 0.07	0.79 ± 0.17	0.50 ± 0.25	0.66 ± 0.19	203.50 ± 144.49	20.16± .40
1402.05.18	Farm4	0.20 ± 0.02	0.82 ± 0.09	0.49 ± 0.11	0.68 ± 0.10	142.50 ± 77.50	2.00 ± 0.00
	Farm7	0.17 ± 0.14	0.88 ± 0.14	0.32 ± 0.29	0.78 ± 0.02	55.16 ± 27.02	1.66 ± 0.51
	Farm10	0.28 ± 0.17	0.87 ± 0.12	0.44 ± 0.25	0.70 ± 0.18	35.50 ± 28.02	1.83 ± 0.40
1402.05.31	Farm4	0.24 ± 0.02	0.88 ± 0.11	0.56 ± 0.14	0.62 ± 0.12	68.66 ± 23.58	2.00 ± 0.00
	Farm7	0.27 ± 0.17	0.83 ± 0.16	0.45 ± 0.35	0.71 ± 0.23	62.00 ± 41.20	2.00 ± 0.63
	Farm10	0.26 ± 0.13	0.86 ± 0.13	0.42 ± 0.25	0.72 ± 0.18	25.50 ± 1.68	1.83 ± 0.41
1402.06.20	Farm4	0.17 ± 0.13	0.94 ± 0.08	0.40 ± 0.32	0.72 ± 0.22	44.16 ± 26.34	1.66± 0.51
	Farm7	0.09 ± 0.15	0.92 ± 0.12	0.14 ± 0.22	0.91 ± 0.13	22.50 ± 10.36	1.33± 0.51
	Farm10	0.00 ± 0.00	1.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	1.00± 0.00	10.00 ± 8.66	1.00± 0.00

همبستگی فراوانی کل زئوپلانکتون‌ها با خصوصیات فیزیکی و شیمیایی

نتایج بررسی همبستگی فراوانی کل زئوپلانکتون‌ها و فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی نشان داد که فراوانی کل زئوپلانکتون‌ها با شوری همبستگی متوسط منفی (r=-۰/۴۷۴) داشت، ولی با سایر فاکتورها همبستگی نداشتند. میزان شوری و اکسیژن همبستگی متوسط منفی (r=-۰/۴۳۸) و بین شوری و pH همبستگی مثبت وجودداشت (جدول ۴) (r=-۰/۳۰۲) (جدول ۵).

جدول ۵: رابطه همبستگی فراوانی کل زئوپلانکتون ها با فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی مزارع میگو

Table 5: Correlation between total zooplankton abundance and physical-chemical parameters in shrimp farms

	Total Zeoplankton	Dissolved Oxygen	Amonia	pH	Salinity
Total Zeoplankton	1				
Dissolved Oxygen	0.034	1			
Amonia	-0.183	-0.438*	1		
pH	-0.147	0.253	-0.320	1	
Salinity	-0.474**	0.072	0.001	0.302*	1

**. همبستگی در سطح ۱٪ معنادار است. *. همبستگی در سطح ۵٪ معنادار است.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]

[DOI: 10.71901/jad-2026-1-905]

بحث

منبع تأمین آب مزارع پرورش میگو گمیشان آب دریای خزر است، که از طریق یک کانال اصلی به سایت منتقل می‌شود. هر ساله به دلیل رسوب‌گذاری در کانال، انتقال آب دچار نوساناتی می‌شود که زمان آبرسانی را گاهی از نیمه اردیبهشت به نیمه خرداد تغییر می‌دهد. این موضوع می‌تواند علاوه‌بر زمان آب‌گیری استخرها، روی کوددهی، شکوفایی جلبکی، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب، زمان معرفی لاروهای میگو و در نهایت تغییرات موجودات زنده استخرها تأثیر بسزایی داشته باشد. با وجود اینکه منبع آب از دریای خزر تأمین می‌شود، تغییرات شوری و دما در استخرها و استفاده از فیلترهای بسیار ریز (۳۰۰ میکرونی) باعث شده‌است که زئوپلانکتون‌های استخرها با دریای خزر تفاوت داشته باشد. عمده زئوپلانکتون‌های استخرهای پرورش در این تحقیق انواع کوپه‌پود بود. از طرفی تنوع و تراکم زئوپلانکتون‌ها با خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب از جمله شوری، دما و pH رابطه دارد (Farhadian *et al*., 2015) و افزایش زیاد کوپه‌پودا دراین تحقیق در ماه مرداد با افزایش دما موید این مطلب می‌باشد. با توجه به وجود انواع کوپه پود، روتیفر و کلادوسر در آبهای دریای خزر (Roshantabari *et al*., 2007)، تراکم کم روتیفر در این تحقیق و عدم حضور کلادوسر می‌تواند بدلیل شوری بالا در استخرهای پرورش باشد. لارو پلی‌کت و نماتد آزاد از نیمه مردادماه و با افزایش شوری در نمونه‌ها مشاهده نشدند. بنابراین شرایط خاص استخرها در زمان پرورش می‌تواند بر تنوع، تراکم و نوع گونه‌ها تأثیر بگذارد.

Bakhtiari و همکاران (۲۰۱۲) در تحقیقی روی پلانکتون‌های استخرهای پرورش میگو دلوار نشان دادند که جامعه آنها عمدتا شامل پاروپایان، روتیفرها، لارو پرتاران، Sergestid و لاروهای سخت پوستان بود. آنها بیان داشتند که pH به عنوان اولین عامل و شوری و اکسیژن محلول به عنوان دومین عامل می‌تواند در توجیه بیشترین تغییرات جامعه زئوپلانکتون‌ها در استخرهای میگوی پاسفید استفاده شود. همچنین Kavyani و همکاران (۲۰۱۲) نیز در استخرهای پرورش میگوی پا سفید غربی در استان بوشهر، ۱۳ جنس از پلانکتون‌های جانوری را شناسایی نمودند که عمده آنها را روتیفرها تشکیل می‌داد. در حالیکه در تحقیق حاضر جامعه عمده استخرهای پرورش شامل پاروپایان و ناپلی آنها بود و از نظر وجود روتیفر فقیر بود که با تحقیقات محققین فوق مقایرت دارد.

بطور کلی میگو بخشی از نیازهای غذایی خود را از غذای زنده استخرها تامین می‌کند، که این موضوع برای پرورش دهنده بسیار اهمیت دارد. زیرا باعث کاهش ضریب تبدیل غذایی و کاهش هزینه‌های تولید می‌شود. این موضوع ارزش انجام چنین تحقیقاتی را دوچندان می‌نماید. Sharma و همکاران (۲۰۲۳) بیان داشتند که غذای دستی نمی‌تواند کلیه نیازهای میگو را طی دوره پرورش تامین نماید. بنابراین استفاده از غذای زنده در طول پرورش اجتناب ناپذیر می‌باشد. آنها باکتری‌ها، میکروجلبک‌ها، روتیفر، کلادوسرا، آرتمیا و کوپه‌پود را بعنوان غذاهای زنده میگوها گزارش نمودند. Farhadian و همکاران (۲۰۱۵) بیان کردند که میگوی پاسفید غربی مزارع دلوار استان بوشهر از دتریت، فیتوپلانکتون، زئوپلانکتون و ماکروبنتوزهای

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]

[DOI: 10.71901/jad-2026-1-905]

استخر درکنار غذای دستی و کنسانتره استفاده می‌کنند. بطوریکه بخش زیادی از نیازهای میگو از غذای زنده تامین می‌شود. البته درصد استفاده آنها بستگی به سن و وجود غذای زنده دارد. Xue و همکاران (۲۰۲۱) در تحقیقی روی تغذیه میگوی پاسفید غربی با سه مدل غذای زنده، غذای دستی و مخلوطی از آنها نشان دادند که تغذیه با غذای مخلوط نسبت به دو غذای دیگر اثر بهتری بر رشد و بقای آن داشت.

همانطورکه بیان شد تنوع و تراکم زئوپلانکتون‌ها به عوامل محیطی بستگی دارند که در آن شوری و دما از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. Raeiji و همکاران (۲۰۱۹) در بررسی تراکم و فراوانی زئوپلانکتون‌های جنوب شرق دریای خزر گروه‌های زئوپلانکتونی متعلق به ۱۶ جنس از ۵ گروه را شناسایی کردند. در بررسی تنوع و تراکم آنها میانگین شاخص تنوع شانون ۱/۰±۵۷/۲۶، شاخص غنای گونه‌ای مارگالف ۱/۰±۸۳/۴۳ و شاخص یکنواختی پیلو۰/۱۲± ۰/۶۹ ثبت شد. درخصوص شاخص‌های تنوع، غنای گونه‌ای و یکنواختی گونه‌ها در مزارع پرورش در طول دوره پرورش، نتایج شاخص سیمپسون نشان داد که هرچه به انتهای دوره نزدیک‌تر می‌شویم، تنوع کاهش می‌یابد. بنابراین، با توجه به اینکه اعداد شاخص شانون در هر سه مزرعه کمتر از ۱ بوده است، می‌توان نتیجه گرفت که این مزارع از نظر تنوع بسیار فقیر هستند . در این تحقیق، با توجه به اعداد بالای ۰/۵، توزیع گونه‌ای نسبتاً مناسب و یکنواخت‌تر بوده است. در این تحقیق، فقط در ابتدای دوره شاخص نسبتاً بالا بوده است که می‌تواند ناشی از باروری استخرها و عدم مصرف توسط لاروها به دلیل اندازه کوچک آن‌ها باشد.

در این بین تغییرات آب و هوایی به‌خصوص دما می‌تواند در تنوع و تراکم سالانه استخرها تغییرات اساسی ایجاد نماید. وزش بادهای دائمی شرایط اکسیژن را برای استخرها مناسب نگه داشته، اما کاهش دما می‌تواند بر موجودات زنده استخرها تأثیر منفی بگذارد. بطوریکه با کاهش دما از تنوع و تراکم زئوپلانکتون‌ها کاسته می‌شود (Raeiji *et al*., 2019). Rouhi و همکاران (۲۰۱۷) بیان کردند که در دریای خزر بیشترین تراکم متعلق به کوپه‌پودها بوده و در فصل بهار با میانگین دمایی ۱۴ درجه سانتی‌گراد بیشترین تراکم مشاهده گردید. سپس با افزایش دما تا ۱۵/۷ درجه سانتی‌گراد از تراکم زئوپلانکتون‌ها کاسته شد.

همچنین، بررسی همبستگی بین فراوانی زئوپلانکتون‌ها و فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب نشان داد که بین فراوانی و شوری رابطه خطی معکوس وجود داشت، اما با pH، آمونیاک و اکسیژن همبستگی معنی‌داری مشاهده نشد، که با نتایج Farhadian و همکاران (۲۰۱۵) مطابقت دارد. بنابراین می‌توان گفت با توجه به اینکه در انتهای دوره، دمای آب و شوری افزایش یافته شرایط استخرها برای حضور و فراوانی زئوپلانکتون‌ها نامناسب‌تر شده است. شرایط نامناسب استخرهای مزارع از نظر غنای گونه‌ای، تنوع و تراکم آن‌ها می‌تواند علاوه بر شرایط محیطی حاصل استفاده از فیلترهای ریز در ورودی به دلیل شرایط بهداشتی باشد که از ورود گونه‌های مناسب جلوگیری می‌کند. با این وجود، ضریب تبدیل بین ۰/۵۲ تا ۰/۷۷ نشاندهنده تغذیه میگوها از غذای زنده در کنار غذای دستی بود. Salehan و همکاران (۲۰۱۶) در تحقیقی در استخرهای گمیشان نشان دادند که بهترین تراکم ذخیره‌سازی ۳۰ قطعه در متر مربع بوده و میانگین ضریب تبدیل غذایی

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]

[DOI: 10.71901/jad-2026-1-905]

را ۱/۳ محاسبه نمودند. این محققین نشان دادند که با افزایش تراکم وزن انفرادی کاهش یافته (نسبت معکوس داشتند)، ولی محصول نهایی تغییر چندانی نداشت. نتایج این تحقیق با نتایج تحقیق حاضر در خصوص ضریب تبدیل غذایی مغایرت و با نسبت تراکم و وزن انفرادی همخوانی دارد.

نتیجه‌گیری

براساس نتایج این تحقیق کوپه‌پودها بخش عمده جامعه زئوپلانکتون را تشکیل می‌دادند، در حالی که کم بودن تراکم روتیفرها و عدم حضور کلادوسرا می‌تواند به دلیل شوری بالا باشد. شاخص‌های زیستی نشان دادند که مزارع از نظر غنای گونه‌ای فقیر هستند. این موضوع احتمالاً به دلیل استفاده از فیلترهای ریز و شرایط نامساعد انتهای فصل پرورش مانند افزایش شوری، مواد آلی و کاهش دما است.

سپاسگزاری

بدینوسیله از جناب مهندس حسن دیانی مدیرعامل محترم شرکت مامسا و مهندس سعید دیانی مدیر محترم مزارع بخاطر همکاری‌های بی‌دریغ کمال تشکر را دارم.

منابع

1. APHA., 2005. Standard methods for examination of water and waste water SECTION 10200C.2761p http://www.abpsoil.com/
2. Bakhtiari, N., Farhadian, A., Mahbubi Soufiani, N. and Mohamadi, M., 2012. Composition and Abundance of Phytoplankton and Zooplankton from Earthen White Leg (*Litopenaeus vannamei*) Shrimp Ponds. *Journal of Fisheries (Iranian Journal of Natural Resources*), *65*(3), pp.257-269. DOI: 10.22059/jfisheries.2012.29489 [in Persian]
3. Barnes R.D., 1978. Invertebrate Zoology. Philadelphia: Saunders College Publishing, 893 P.
4. Bojórquez-Mascareño, E.L. and Soto-Jiménez, M.F., 2013. Effects of Natural Diet on Growth on White-Leg Shrimp *Litopenaeus vannamei* Under Experimental Mesocosms Emulating an Intensive Culture system. *Journal of Aquaculture Research & Development*, *4*(1), pp.2-9. DOI: 10.4172/2155-9546.1000163
5. Farhadian, A., Bakhtiari, N., Mahboobi Soofiani, N. and Mohamadi, M., 2015. Gut Contents Study of White Leg (*Litopenaeus vannamei*) Shrimp during a Culture Period from Earthen Ponds in Delvar of Bushehr. *Journal of Marine Scince and Technology*, *13*(4), pp. 1-14. DOI: 10.22113/jmst.2015.7989 [in Persian]
6. Gamboa-Delgado, J., Rojas-Casas, M.G., Nieto-López, M.G. and Cruz-Suárez, L.E., 2014. Simultaneous estimation of the nutritional contribution of fish meal, soy protein isolate and corn gluten to the growth of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) using dual stable isotope analysis. *Aquaculture*, *380*(40), pp.33-40. DOI:10.1016/j.aquaculture.2012.11.028
7. Harris, R., Wiebe, P., Lenz, J., Skjoldal, H.R. and Huntley, M., 2000. Ices zooplankton methodology Manual. Academic press. 684 P.
8. Hena, M.A., Hishamuddin, O. and Misri, K., 2011. Benthic meiofaunal predation and composition in the tiger shrimp *Penaeus monodon* culture ponds, Malaysia. *Advances in Environmental Biology*, *5*(4), pp.605-612.
9. Kavyani, A., Mohsein Zadeh, F., Hoshyar, P. and Hoseinkhezri, P., 2012. Study of phytoplankton and zooplankton in whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*) culture ponds

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]
[DOI: 10.71901/jad-2026-1-905]

and their impact on growth. The Congress on the Fisheries in Iran. [in Persian]

10. Luke, A., Roy, D., Allen Davis, A., Gregory, N. and Whitis. G.N., 2011. Effect of Feeding Rate and Pond Primary Productivityon Growth of *Litopenaeus vannamei* Reared in InlandSaline Waters of West Alabama.North American Journal of Aquaculture. *North American Journal of Aquaculture*, *74*(1), pp.20–26. DOI: 10.1080/15222055.2011.638416
11. Margalef, M., 1958. Information theory in ecology. *General Systematics*, 3, pp.36-71.
12. Martinez-Cordova, L.R., Porchas-Cornejo, M.A., Villarreal-Colmenares, H. and Calderon-Perez, J.A., 1998. Effect of aeration on chlorophyll a, zooplankton, and benthos in yellowleg shrimp, *Penaeus californiensis* ponds. *Journal of Applied Aquaculture*, *8*(3), pp.17–23. DOI: 10.1300/J028v08n03_02
13. Moss, S.M., 2002. Dietary importance of microbes and detritus in penaeid shrimp aquaculture. In, Microbial Approaches to Aquatic Nutrition within Environmentally Sound Aquaculture Production Systems. Pages 1-18. In: C.-S. Lee and P. O'Bryen (editors). *World Aquaculture Society*, Baton Rouge, Louisiana.
14. Nasrolahzadeh Sari, H., Roshantabari, M., Rouhi, A., Eslami, F., Makhlough, A. and Khodaparast, N., 2017. Study on Zooplankton community structure in the Iranian Coastal of Caspian Sea during 1996-97, 2008-2011. 2013 – 2017. *Journal of Marine Biology*, *9*(2), pp.45-5. [in Persian]
15. Pielou, E.C., 1966. Species diversity and pattern diversity in the study of ecological succession. *Theorical Biology*, 10, pp. 370-383.
16. Raeiji, H., Gholizade, M., Patimar, R., Porsofi, T., 2019. Investigating the density and frequency of zooplankton in the Southeastern Basin of the Caspian Sea (Gorgan Bay). *Iranian Scientific Fisheries Journal*, *28*(2) pp.59-70. DOI: 10.22092/isfj.2019.119008 [in Persian]
17. Roshantabari, M., Nejatkhah, P., Hosseini, S.A., Khodaparast, N. and Rostamdin, M.T., 2007. Diversity, Density, and Distribution of Zooplankton in the Southern Caspian Sea during Winter 2005–2006, and Comparison with Previous Years. *Journal of Science and Technology of Environment*. *9*(4), pp.129-137. [in Persian]
18. Sabzeh, M., 2023. Shrimp Farm Performance Report in 2023, Gomishan Shrimp Site, Golestan Province. 124 P.
19. Salehan, A.H., Ghorbani, R., Hoseini, S.A., Yelghy, S., Salehy, H. and Amuee Khozhni, A., 2016. Growth Trend of Vannamei Shrimp and Its Relationship with Physical and Chemical Water Parameters in Ponds of Gomishan, Golestan Province. *Journal of Aquaculture Development*. *9*(3), pp.39-51. [in Persian]
20. Shannon, C.E. and Weaner, A., 1949. The mathematical theory of communication. University of Illinois Press, 350 P.
21. Sharma, Kh., Gulati, R., Singh, S., Komari, A. and Sharma, P., 2023. Potentiality natural live food organisems in shrimp culture: a review. *Journal of Applied and Natural Science*, *15*(4), pp.1373-1385. DOI**:** 10.31018/jans.v15i4.4812
22. Simpson, G.G., 1964. Species density of North American recent mammals. *Systematic Zoology*, 13, pp.57-73. DOI: 10.2307/2411825
23. Soares, R.S., Peixoto, C., Bemvenuti, W., Wasielesky, F., D'Incao, N. and Suita, S., 2004. Composition and abundance of invertebrate benthic fauna in *Farfantepenaeus paulensis* culture pens (Patos Lagoon estuary, southern Brazil). *Aquaculture, 239*(1), pp.199–215. DOI:10.1016/j.aquaculture.2004.05.041
24. Tacon, A.G.J., 1987. The Nutrition and Feeding of Farmed Fish and Shrimp- A

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]

[DOI: 10.71901/jad-2026-1-905]

training Manual: 1.The Essential Nutrients. FAO. 126 P.

25. Tahami, F.S., Roshantabari, M., Khodaparast, N., Shakuri, M., Fazli, M., Pourgholam, R. and Afrari Bandpei, M.A., 2022. Study of zooplankton in the waters of the southern Caspian Sea region (Mazandaran-Goharbaran). *Ecology of Water Resource Journal*, *5*(2), pp.1-9. [in Persian]
26. Tomas, C.K., 1997. Identifying marine phytoplankton. Academic press & Harcourt Brace Company, U.S.A., 858 P.
27. Varadharajan, D. and Pushparajan, N., 2013. Food and Feeding Habits of Aquaculture Candidate a Potential Crustaceanof Pacific White Shrimp *Litopenaeus Vannamei*, South East Coast of India.Varadharajan and Pushparajan. *Journal of Aquatic Resources Development*, *4*(1), pp.2-5. DOI: 10.4172/2155-9546.1000161
28. Xue, S., Ding, J., Li, J., Jiang, Z., Fang, J., Zhao, F. and Mao, Y., 2021. Effects of live, artificial and mixed feeds on the growth and enrgy budget of *Penaeus vannamei*. *Aquaculture Report*, *19*(8), pp. 1-6, DOI: 10.1016/j.aqrep.2021.100634
29. Zheng, Z.H., Shuang-Lin Dong, Sh.L., and Xiang-Li Tian. X.L., 2008. Effects of intermittent feeding of different diets on growth of *Litopenaeus vannamei*. *Journal of Crustacean Biology, 28*(1), pp.21–26. DOI: 10.1651/07-2858R.1

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]

[DOI: 10.71901/jad-2026-1-905]